

IAP17 Rec'd PCT/PTO 27 DEC 2005

**Attenuator System**

## FIELD OF THE INVENTION

5

The invention relates to an attenuator system for adjusting the output power of a high-frequency signal source.

## 10 BACKGROUND OF THE INVENTION

Attenuators for adjusting the output power of high-frequency signal sources such as signal generators are known in extremely diverse embodiments. The throughput  
15 attenuation of an attenuator of this kind can be adjusted within a broad dynamic range through a stepwise connection and disconnection of attenuation elements. The individual attenuation elements are connected to T networks or Pi networks by changeover switches, which are  
20 realized as electronic switches in modern equipment. Attenuators of this kind, which can be switched by means of electronic switches such as PIN diodes or transistors, for example, gallium arsenide MESFET transistors, are referred to as electronic attenuators.

25

Published German patent application DE 100 63 999, for example, discloses such an electronic attenuator.

30

The advantage of such electronic attenuators is in the faster switching speed and a substantially lower dependence of the operating life upon the number of switching cycles by comparison with attenuators with mechanical switching relays. One disadvantage of electronic attenuators, however, is their relatively high

BEST AVAILABLE COPY

insertion loss (minimum attenuation, fundamental  
attenuation), for example, up to 5 dB, and their reduced  
linearity. Furthermore, the maximum output power is lower  
than with mechanical attenuators with mechanical  
5 changeover switches.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

There exists a need to provide an attenuator, which  
10 combines the advantageous properties of an electronic  
attenuator with a low insertion loss.

In accordance with one aspect of the present invention,  
an attenuator system for adjusting the output power of a  
15 high-frequency signal source is disclosed herein.

By means of the bypass line (bypass), which, according to  
an aspect of the invention, is connected mechanically  
parallel to a conventional electronic attenuator, which  
20 comprises two simple, coaxial changeover switches or  
transfer switches with a coaxial line component  
connecting the latter, the electronic attenuator can be  
used in the conventional manner for a low output power of  
the signal source; for a higher output power, the  
25 mechanical bypass is connected and the electronic  
attenuator is disconnected, so that the full output power  
of the HF signal source is connected through to the  
output via the practically attenuation-free bypass.

30 In this bypass switching position, the output line can be  
adjusted through the output amplifier of the signal  
source, or the bypass itself can be formed as a  
mechanical attenuator; i.e., with additional mechanical  
coaxial changeover switches in the bypass, it is possible

to switch between two or more different attenuation elements, so that the output power can also be adjusted for higher powers.

5 According to an aspect of the invention, the two, for example, bi-stable coaxial changeover switches at the input and output of the electronic attenuator, which are provided for the connection of the bypass, can, at the same time, also be exploited for the purpose of over-  
10 voltage protection. Accordingly, it is possible to assign to the output of the signal source a corresponding over-voltage detector which, for example, in the event of a connection of a high external voltage to the output of the signal source, disconnects the electronic attenuator  
15 from the output via the output-end mechanical changeover switch, so that the electronic attenuator is then connected via the other mechanical changeover switch only to the signal source. Accordingly, irreversible changes and/or damage to the electronic attenuator, the signal  
20 source and other circuit components resulting from over-voltage at the device output are prevented.

The lines and mechanical switches used in the system according to an embodiment of the invention may be high-  
25 frequency compatible and are therefore designed, for example, as coaxial lines, coaxial changeover switches, multiple changeover switches or transfer switches with a defined surge impedance.

30 Still other aspects, features, and advantages of the present invention are readily apparent from the following detailed description, simply by illustrating a number of particular embodiments and implementations, including the best mode contemplated for carrying out the present

invention. The present invention is also capable of other and different embodiments, and its several details can be modified in various obvious respects, all without departing from the spirit and scope of the present invention. Accordingly, the drawing and description are to be regarded as illustrative in nature, and not as restrictive.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

10

The invention is described in greater detail below with reference to a schematic drawing of an exemplary embodiment. The drawing is as follows:

15 Figure 1 shows an exemplary embodiment of an attenuator system consistent with the invention.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

20 Figure 1 shows an attenuator system 10 according to an embodiment of the invention for adjusting the output power of a high-frequency signal source 1, for example, a signal generator, at the output 2. For this purpose, a conventional electronic attenuator 5, of which the  
25 attenuation elements are connected and disconnected via semiconductor elements, such as metallic semiconductor field effect transistors (MESFET), is connected between the signal source 1 and the output 2, via an input-end mechanical changeover switch and an output-end mechanical  
30 changeover switch 3, 4.

The attenuation of this electronic attenuator 5 is variable, for example, within the range between nominal 0 dB (on the basis of the fundamental attenuation or

insertion loss up to 5 dB real) and 125 dB in 5 dB steps within the frequency range between 100 kHz and 3 GHz. A coaxial bypass line 6 is arranged parallel to this electronic attenuator 5 between the two mechanical changeover switches 3 and 4. The two changeover switches 3 and 4 are designed, for example, as mechanical relay switches (SPOT = Single Pole Double Through Relays) and can be switched jointly by means of a switchgear 7.

10 This switchgear 7 is connected to the setting mechanism 8 for the output power of the signal source 1 in such a manner that, for a low output power below a predetermined power threshold, the two relay changeover switches 3 and 4 occupy the switching position I, and accordingly

15 connect the electronic attenuator 5 between the signal source 1 and the output 2. If a higher output power is set by the setting mechanism 8 of the signal source 1, the two mechanical changeover switches 3, 4 are switched by the switchgear 7 into the switching position II, and

20 the signal source 1 is therefore connected via the coaxial bypass line 6 directly to the output 2. Accordingly, the maximum output power is then available at the output 2 and is no longer attenuated by the fundamental attenuation (insertion loss) of the

25 electronic attenuator.

If a further fine adjustment of the output power is desired in this higher power range, it may be advantageous to form the coaxial bypass line 6 itself as

30 a mechanical attenuator and to connect, for example, two or more attenuation elements into the bypass line 6 through additional mechanical changeover switches.

The switchgear 7 of the mechanical changeover switches 3, 4 can advantageously be connected to an over-voltage detector 9 assigned to the output 2 of the attenuator system 1 in such a manner that, if a permitted level is exceeded at the output 2, the output-end mechanical changeover switch 4, disconnects the electronic attenuator 5 from the output 2, and the input-end mechanical changeover switch 3 connects the electronic attenuator 5 to the signal source 1.

10

The attenuator system 10 according to an embodiment of the invention is not only advantageous for HF signal generators, but, with the provision of the bypass line 6, could also be used with other measuring devices such as network analyzers or spectrum analyzers or even with high-frequency receivers in the input stage, that is to say, anywhere, where the relatively high fundamental attenuation and/or poorer linearity of an electronic attenuator 5 is problematic.

20

While the present invention has been described in connection with a number of embodiments and implementations, the present invention is not so limited but covers various obvious modifications and equivalent arrangements, which fall within the purview of the appended claims.

25

**What is claimed is:**

1. Attenuator system (10) for adjusting the output  
5 power of an HF signal source (1),  
**characterised in that**  
an electronic attenuator (5) with a mechanical  
changeover switch at the input-end and at the  
output-end (3, 4) is arranged between the signal  
10 source (1) and an output (2), and that these  
mechanical changeover switches can be switched in  
such a manner, that, in one switching position (I),  
the electronic attenuator (5) is connected between  
the signal source (1) and the output (2), and in  
15 the other switching position (II), a direct bypass  
line (6) is connected between the signal source (1)  
and the output (2).
2. Attenuator system according to claim 1,  
20 **characterised in that**  
the bypass line (6) is formed as a mechanical  
attenuator, which can be switched by means of  
mechanical switches between several attenuation  
values.
- 25 3. Attenuator system according to claim 1 or 2,  
**characterised in that**  
the mechanical changeover switches (3, 4) are bi-  
stable coaxial relay changeover switches.
- 30 4. Attenuator system according to claim 1 or 2,  
**characterised in that**  
the mechanical changeover switches (3, 4) are  
transfer switches.

5. Attenuator system according to any one of the preceding claims,  
**characterised in that**
- 5 the switchgear for the mechanical changeover switches (3, 4) is connected to the output-power setting mechanism of the signal source (1) in such a manner that, above a predetermined output power, the bypass line (6) is connected between the signal
- 10 source (1) and output (2), and below this predetermined output power, the electronic attenuator (5) is connected between the signal source (1) and output (2).
- 15 6. Attenuator system according to any one of the preceding claims,  
**characterised in that**
- the switchgear of the mechanical changeover switches (3, 4) is connected in such a manner to a
- 20 over-voltage detector (9) assigned to the output (2) of the signal source (1), that, if a permitted level is exceeded at the output (2), the mechanical changeover switch (4) at the output-end disconnects the electronic attenuator (5) from the output (2),
- 25 and the mechanical changeover switch (3) at the input-end connects the electronic attenuator (5) to the signal source (1).



## ABSTRACT

An attenuator system for adjusting the output of an HF  
signal source is described in which, between the signal  
5 source and an output, an electronic attenuator is  
disposed via mechanical switches on the input and output  
side. The mechanical switches can be switched in such a  
manner that, in one switch position, the electronic  
attenuator is inserted between the signal source and the  
10 output, and in the other switch position, a direct by-  
pass is inserted between the signal source and the  
output.

Eichleitungs-Anordnung **10/562352**  
**IAP17 Rec'd PCT/PTO 27 DEC 2005**

Die Erfindung betrifft eine Eichleitungs-Anordnung zum Einstellen der Ausgangsleistung einer Hochfrequenz-Signalquelle.

Eichleitungen zum Einstellen der Ausgangsleistung von Hochfrequenz-Signalquellen wie Signalgeneratoren sind in den verschiedenartigsten Ausführungsformen bekannt. Durch stufenweises Zu- und Abschalten von Dämpfungsgliedern kann die Durchgangsdämpfung einer solchen Eichleitung in einem großen Dynamikbereich eingestellt werden. Das Verbinden der einzelnen Dämpfungsglieder zu T- oder Pi-Schaltungen erfolgt durch Umschalter, die in modernen Geräten als elektronische Schalter ausgebildet sind. Solche mittels elektronischer Schalter wie PIN-Dioden oder Transistoren, beispielsweise Galliumarsenid-MESFET-Transistoren schaltbare Eichleitungen werden als elektronische Eichleitungen bezeichnet.

Eine solche elektronische Eichleitung ist z. B. aus der DE 100 63 999 A1 bekannt.

Der Vorteil solcher elektronischer Eichleitungen liegt in der höheren Schaltgeschwindigkeit sowie einer wesentlich geringeren Abhängigkeit der Lebensdauer von der Anzahl der Schaltzyklen im Vergleich zu Eichleitung mit mechanischen Schalt-Relays. Ein Nachteil der elektronischen Eichleitung ist jedoch ihre relativ hohe Einfügungsdämpfung (Mindestdämpfung, Grunddämpfung) von beispielsweise bis zu 5 dB und ihre geringere Linearität. Auch die maximale Ausgangsleistung ist geringer als bei mechanischen Eichleitungen mit mechanischen Umschaltern.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Eichleitungs-Anordnung zu schaffen, welche die vorteilhaften Eigenschaften einer elektronischen Eichleitung mit einer geringen Einfügungsdämpfung verbindet.

Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Eichleitungs-Anordnung zum Einstellen der Ausgangsleistung einer Hochfrequenz-Signalquelle erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruches gelöst.  
5 Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Durch die erfindungsgemäß mechanisch geschaltete Umgehungsleitung (Bypass) parallel zu einer üblichen  
10 elektronischen Eichleitung, die im wesentlichen nur aus zwei einfachen Koaxial-Umschaltern oder Transferschaltern mit einem diese verbindenden Koaxialleitungsstück besteht, kann für geringe Ausgangsleistung der Signalquelle in üblicher Weise die elektronische Eichleitung benutzt  
15 werden, für eine höhere Ausgangsleistung wird der mechanische Bypass eingeschaltet und die elektronische Eichleitung abgeschaltet, so daß dann die volle Ausgangsleistung der HF-Signalquelle über den praktisch dämpfungslosen Bypass zum Ausgang durchgeschaltet wird.

20 In dieser Bypass-Schaltstellung kann die Ausgangsleistung entweder durch den Ausgangsverstärker der Signalquelle eingestellt werden oder der Bypass selbst wird als mechanische Eichleitung ausgebildet, d. h. über  
25 zusätzliche mechanische Koaxial-Umschalter im Bypass kann zwischen zwei oder mehr unterschiedlichen Dämpfungsgliedern umgeschaltet werden und so die Ausgangsleistung auch für höhere Leistungen eingestellt werden.

30 Die zum Einschalten des Bypasses vorgesehenen beiden z. B. bistabilen Koaxial-Umschalter am Ein- und Ausgang der elektronischen Eichleitung können gemäß einer Weiterbildung der Erfindung gleichzeitig auch noch zum  
35 Zweck des Überspannungsschutzes ausgenutzt werden. Dazu ist es nur erforderlich, dem Ausgang der Signalquelle einen entsprechenden Überspannungsdetektor zuzuordnen, der beispielsweise beim Anlegen einer hohen Fremdspannung am Ausgang der Signalquelle über den ausgangsseitigen

mechanischen Umschalter die elektronische Eichleitung vom Ausgang abschaltet, so daß die elektronische Eichleitung nur noch über den anderen mechanischen Umschalter mit der Signalquelle verbunden ist. Hierdurch werden irreversible  
5 Veränderung bzw. Beschädigungen der elektronischen Eichleitung der Signalquelle und weiterer Schaltungsteile durch eine Überspannung am Geräteausgang verhindert.

Die bei der erfindungsgemäßen Anordnung verwendeten  
10 Leitungen und mechanischen Schalter müssen selbstverständlich hochfrequenztauglich sein und sind daher als z. B. Koaxialleitungen, koaxiale Umschalter, Mehrfachumschalter oder Transferschalter mit definiertem Wellenwiderstand ausgeführt.

15

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer schematischen Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

20 Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Eichleitungs-Anordnung.

Die Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Eichleitungs-Anordnung 10 zum Einstellen der Ausgangsleistung einer  
25 Hochfrequenz-Signalquelle 1, beispielsweise eines Signalgenerators, am Ausgang 2. Dazu ist zwischen der Signalquelle 1 und dem Ausgang 2 über eingangsseitige und ausgangsseitige mechanische Umschalter 3, 4 eine übliche elektronische Eichleitung 5 zwischengeschaltet, deren  
30 Dämpfungsglieder über Halbleiterelemente, beispielsweise Metall-Halbleiter-Feldeffekt-Transistoren (MESFET) zu- und abgeschaltet werden.

Die Dämpfung dieser elektronischen Eichleitung 5 ist  
35 beispielsweise im Bereich zwischen nominell 0 dB (real aufgrund der Grunddämpfung bzw. Einführungs-dämpfung bis zu 5 dB) und 125 dB in 5 dB-Stufen im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und 3 GHz variierbar. Parallel zu dieser elektronischen Eichleitung 5 ist zwischen den beiden

mechanischen Umschaltern 3 und 4 eine koaxiale Bypassleitung 6 angeordnet. Die beiden Umschalter 3 und 4 sind beispielsweise mechanische Relay-Schalter (SPOT = Single Pole Double Through-Relays) ausgebildet und durch eine Schaltvorrichtung 7 gemeinsam schaltbar.

Diese Schaltvorrichtung 7 ist mit der Einstellvorrichtung 8 für die Ausgangsleistung der Signalquelle 1 derart verbunden, daß für geringe Ausgangsleistung unterhalb einer vorbestimmten Leistungsschwelle die beiden Relay-Umschalter 3 und 4 die Schaltstellung I einnehmen und dadurch die elektronische Eichleitung 5 zwischen Signalquelle 1 und Ausgang 2 schalten. Wird über die Einstelleinrichtung 8 der Signalquelle 1 eine höhere Ausgangsleistung eingestellt, so werden über die Schaltvorrichtung die beiden mechanischen Umschalter 3, 4 in die Schaltstellung II umgeschaltet und damit über die Bypass-Koaxialleitung 6 die Signalquelle 1 direkt zum Ausgang 2 durchgeschaltet. Damit steht dann die maximale Ausgangsleistung am Ausgang 2 zur Verfügung und wird nicht mehr durch die Grunddämpfung (Einfügungsdämpfung) der elektronischen Eichleitung gedämpft.

Wenn in diesem höheren Leistungsbereich eine weitere Feineinstellung der Ausgangsleistung gewünscht wird, so kann es vorteilhaft sein, die Bypass-Koaxialleitung 6 selbst noch als mechanische Eichleitung auszubilden und durch zusätzliche mechanische Umschalter beispielsweise zwei oder mehr Dämpfungsglieder in die Bypass-Leitung 6 einzuschalten.

Die Schaltvorrichtung 7 der mechanischen Umschalter 3, 4 kann vorteilhaft mit einem dem Ausgang 2 der Eichleitungs-Anordnung 1 zugeordneten Überspannungs-Detektor 9 derart verbunden sein, daß bei Überschreitung eines zulässigen Pegels am Ausgang 2 der ausgangsseitige mechanische Umschalter 4 die elektronische Eichleitung 5 vom Ausgang 2 abschaltet und der eingangsseitige mechanische Umschalter

3 die elektronische Eichleitung 5 an die Signalquelle 1 anschaltet.

Die erfindungsgemäße Eichleitungs-Anordnung 10 ist nicht  
5 nur für HF-Signalgeneratoren von Vorteil, sondern könnte  
mit der vorgesehenen Bypass-Leitung 6 auch bei anderen  
Meßgeräten wie Netzwerk- oder Spektrum-Analysatoren oder  
sogar bei Hochfrequenzempfängern in der Eingangsstufe  
benutzt werden, also überall dort, wo die relativ hohe  
10 Grunddämpfung und/oder die schlechtere Linearität einer  
elektronischen Eichleitung 5 stört.

**Ansprüche**

1. Eichleitungs-Anordnung (10) zum Einstellen der Ausgangsleistung einer HF-Signalquelle (1),  
5 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß zwischen der Signalquelle (1) und einem Ausgang (2) über ein- und ausgangsseitige mechanische Umschalter (3, 4) eine elektronische Eichleitung (5) angeordnet ist und diese mechanischen Umschalter derart schaltbar sind, daß  
10 in der einen Schaltstellung (I) die elektronische Eichleitung (5) und in der anderen Schaltstellung (II) eine direkte Umgehungsleitung (6) zwischen Signalquelle (1) und Ausgang (2) geschaltet ist.
- 15 2. Eichleitungs-Anordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Umgehungsleitung (6) als mechanische Eichleitung ausgebildet ist, die mittels mechanischer Schalter zwischen mehreren Dämpfungswerten umschaltbar ist.  
20
3. Eichleitungs-Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die mechanischen Umschalter (3, 4) bistabile Koaxial-Relay-Umschalter sind.
- 25 4. Eichleitungs-Anordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die mechanischen Umschalter (3, 4) Transferschalter sind.
- 30 5. Eichleitungs-Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Schaltvorrichtung für die mechanischen Umschalter  
35 (3, 4) mit der Ausgangsleistungs-Einstelleinrichtung der Signalquelle (1) derart gekoppelt ist, daß oberhalb einer vorbestimmten Ausgangsleistung die Umgehungsleitung (6) und unterhalb dieser vorbestimmten Ausgangsleistung die

elektronische Eichleitung (5) zwischen Signalquelle (1) und Ausgang (2) geschaltet ist.

- 5 6. Eichleitungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Schaltvorrichtung der mechanischen Umschalter (3, 4) mit einem dem Ausgang (2) der Signalquelle (1) zugeordneten Überspannungs-Detektor (9) verbunden ist,  
10 derart, daß bei Überschreitung eines zulässigen Pegels am Ausgang (2) der ausgangsseitige mechanische Umschalter (4) die elektronische Eichleitung (5) vom Ausgang (2) abschaltet und der eingangsseitige mechanische Umschalter (3) die elektronische Eichleitung (5) an die Signalquelle  
15 (1) anschaltet.



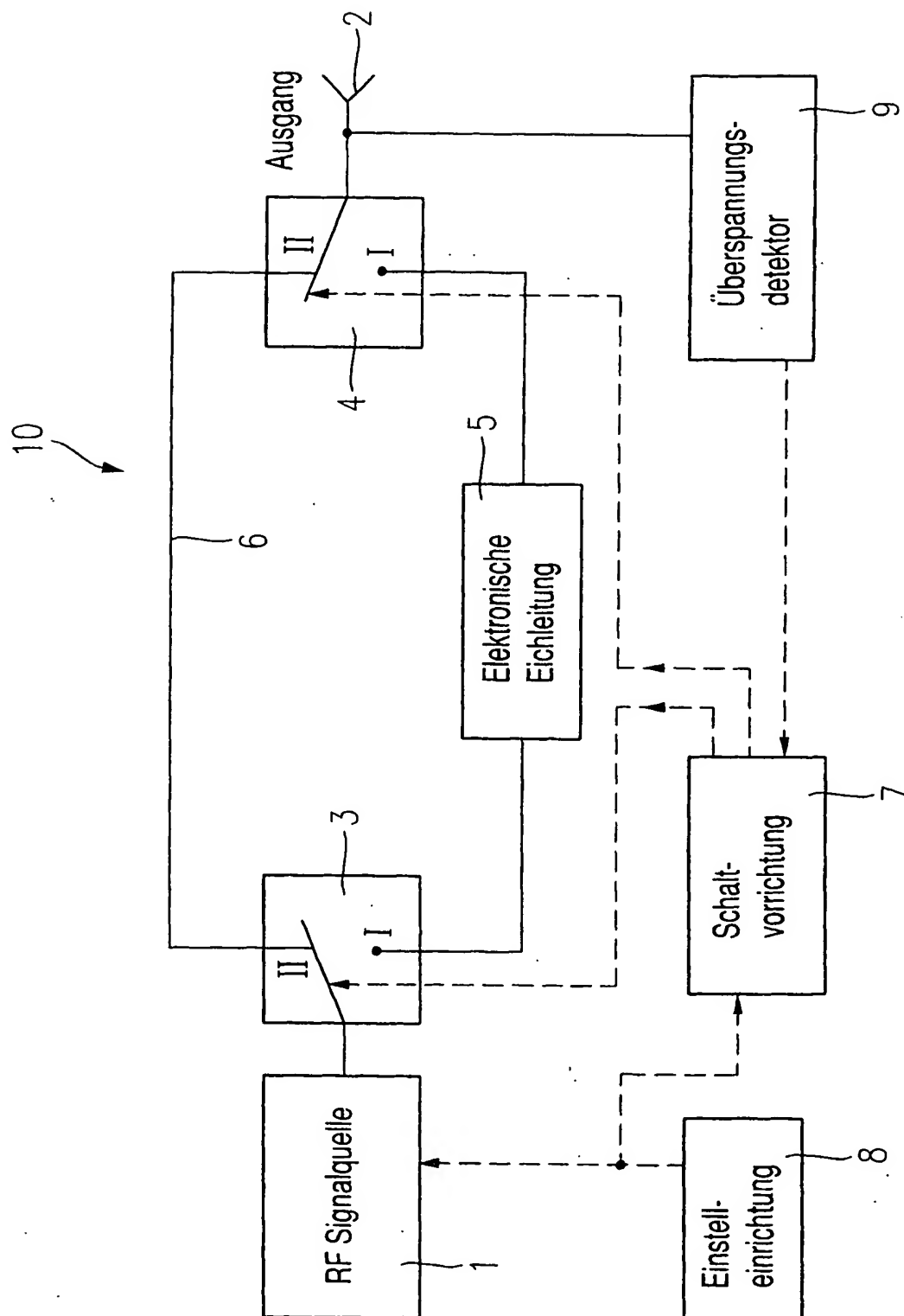


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**